

平炉車間主厂房承重結構

工程師 З. И. 勃拉烏捷 著

肖平 何蓉 合譯



冶金工業出版社

平爐車間主厂房承重結構

工程師 З.И. 勃拉烏捷 著

肖平·何蓉 合譯

賴壽巽 校

冶金工業出版社

007307

本書總結了平爐車間主厂房結構的設計經驗——由整個厂房結構的配置以至於骨架的各單獨部分，包括：厂房天蓬、柱子、吊車梁、工作平台等等。

對一系列具有不同容積爐子的厂房，無論是厂房整體或骨架的各種結構，皆列舉了鋼材消耗量的指標。

本書供從事平爐車間主厂房設計和施工工作的工程師使用，也可以作為設計有重級起重量吊車的單層工業厂房設計時的參考資料。

ИНЖ. З. П. БРАУД
НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ГЛАВНЫХ ЗДАНИЙ
МАРТЕНОВСКИХ ЦЕХОВ
СТР. И АРХ. (Москва—1953)

* * *
平爐車間主厂房承重結構

肖平 何容 合譯
賴存興 校

冶金工業出版社（北京市灯市口甲45號）出版
北京市書刊出版業營業許可証出字第003號

* * *
冶金工業出版社印刷廠 印

— 九五六年十一月第一版

— 九五六年十一月北京第一次印刷 (1—2,539)

850×1168 · $\frac{1}{32}$ · 119,000字 · 印張4 $\frac{16}{32}$ 定價 (10) 0.85元

書號 0524

* * *
發行者 新華書店

目 錄

序.....	4
第一章 苏联平爐車間建筑發展的歷史概況.....	6
第二章 平爐車間主厂房內作業制度及生產工藝对骨架結構和計算載荷的影响.....	14
第一節 關於平爐类型和結構的概念.....	14
第二節 平爐煉鋼的工藝概念及其对各种类型的平爐車間之影响.....	19
第三節 平爐車間主厂房的操作特点及其載荷.....	30
第三章 厂房平面配置.....	37
第一節 对厂房柱網配置的工藝要求.....	37
第二節 柱子的縱向間距模數.....	39
第三節 对柱網配置的經濟要求和結構要求.....	41
第四節 溫度縫.....	47
第四章 主厂房橫向結構.....	50
第一節 厂房橫向框架之主要尺寸.....	50
第二節 橫向結構系統.....	52
第五章 厂房骨架的主要結構構件.....	78
第一節 厂房天篷.....	78
第二節 厂房柱子.....	91
第三節 柱子的垂直斜撐.....	105
第四節 吊車軌道.....	109
第五節 牆的縱向骨架和端面骨架.....	130
第六節 工作平台.....	131
第六章 基礎.....	135
第七章 主要建筑指标与重量指标.....	138
第一節 建筑指标.....	138
第二節 厂房建筑物的鋼材用量.....	140
第三節 厂房各部結構的鋼材用量.....	141
参考文献.....	144

序

目前在苏联正進行着大規模的建設，这是党第十九次代表大会关于第五个苏联發展五年計劃（1951--1955年）的指示所規定的。要特別注意的是發展黑色冶金業——煉鐵、煉鋼和軋鋼。在党第十九次代表大会的指示中規定：1955年比1950年生鐵產量將增加76%，鋼將增加62%，軋鋼將增加64%。

因此，在黑色冶金工業中改建原有的和設計新的建築物的問題，而在平爐生產中，便是設計和建築平爐車間主厂房的問題，有着首要的意義。

主厂房就尺寸以及吊車載荷來說，是黑色冶金工厂中最大建築物之一，因而需要消耗大量的材料。創造像平爐車間主厂房这样複雜工程建築物的最合理、最完善的結構，是擺在土建設計人員和工藝設計人員面前的極重要的技術任務，同時，也是社会主义建設極其迫切的任務。

由於載荷和尺寸都很大，所以主厂房結構總是採用金屬結構來做，因為金屬能全面符合於對这种建築物承重骨架材料所提出的各方面的要求。把承重骨架設計成鋼筋混凝土的多次試驗都未獲成功，在苏联的所有平爐車間主厂房，不論其爐子容量大小，都採用鋼制的承重骨架。

外國在設計工業建築物的鋼結構上，有的只考慮節省鋼材而採取了簡單的办法（德國學派），有的則只求盡量減少建築物的勞動量而採取造成笨重結構的簡陋決定（美國學派）；而苏联設計工業厂房則採取了完全不同的原則——分析研究提供給設計者的任務及其在節省鋼材、減少制造勞動量和減化安裝等方面的綜合決定——同時還要滿足下列主要的要求：堅固、耐久、剛強、厂房使用上的方便及其建築藝術上的表現力等。

遵照以苏联設計學派所確定的這些原則，已得到社会主义經濟發展條件和性質的保證，這樣就可全面地降低工程造價和建築物的經營費用。

在近三十年的过程中，苏联工程师在改善平爐車間主厂房鋼結構中的有成效的工作，不僅創造了主厂房的特有苏联結構形式，而且在苏联鋼結構設計學派的發展中也起了很大的作用。土建結構設計人員和冶金工藝人員的特別有成效的工程意圖是致力於改善建築物的使用質量，而首先是保證主厂房的橫向剛度和縱向剛度，以及解決和制定苏联設計學派的主要原則之一——力求使結構的金屬重量最小，同時使鋼結構的制造勞動量最少和安裝簡單。

本書系一本概述平爐車間主厂房承重結構設計經驗的初步總結。

本書中述及主厂房中的工作制度，生產工藝對骨架結構之影響及載荷的情況；厂房平面配置問題，工藝上、經濟上和結構上對於柱子和溫度縫的配置以及柱網縱向模數的要求。

平爐車間厂房使用的實際經驗證明，對於車間正常連續的工作特別重要的是如何保證厂房所需的剛度，首先是保證其橫向剛度。因此在本書中用了很大的篇幅來敘述如何保證結構的橫向剛度和縱向剛度，制定厂房橫向構架的主要尺寸以及選擇計算簡圖和橫向構架的結構。分析厂房骨架和厂房天篷（機架、天篷的水平 and 豎向斜撐、構架式屋架和中間屋架、實腹橫梁、屋架梁）的各部分的不同方案，厂房柱子結構的不同類型（構架式柱和中間柱、接頭和柱腳等）；柱子的豎向斜撐和吊車軌道的構造，縱向牆骨架和端牆骨架以及工作平台結構等。

本書中專有一章敘述厂房柱子基礎的結構，以及固結柱腳用的錨栓的構造。

第一章

苏联平爐車間建筑發展的歷史概況

平爐煉鋼在俄國起始於十九世紀的六十年代。在這以前取得鑄鋼的方法是貝氏麥法和坩堝法，這些方法都具有許多本質上的缺點。用貝氏麥法煉鋼很難保證鋼材的規定化學成分，因而就影響了鋼的質量。坩堝法的產鋼量很低。無論是採用貝氏麥法或者是坩堝法，為了取得一定品種的鋼，都對生鐵成分的化學純度提出了嚴格的要求。此外，這兩種方法幾乎全不使用廢鋼——廢機器鋼及冶金生產和機械生產的廢料。逐年積累的廢鋼堆滿在廠區內，變成了死的資本。

平爐煉鋼法是萬能的，可用不同成分的爐料煉出各種不同質量的鋼，並且不僅可以使用生鐵，同時也可以使用廢鋼。

採礦工程師 A.A. 依茲諾斯科夫是俄國採用平爐煉鋼的首創者。A.A. 依茲諾斯科夫起初請求在茨拉托烏斯托夫工廠修建試驗用平爐，但未獲成功，以後他以另外的方法求得資金在俄國組織平爐煉鋼。

1869 年在 A.A. 依茲諾斯科夫領導下於紹爾莫沃工廠（現在的紅色紹爾莫沃工廠）開始興建了俄國的第一座裝料量為 2½ 噸的爐子。在俄國建築第一座爐子的全部工程是由俄國的技術人員和工人完成的。在 1870 年 2 月這座爐子開始了初次熔煉。

不久之後，在烏拉爾的沃特金斯克工廠又有一座裝料量為 1½ 噸的爐子投入了生產。這座爐子是 B.E. 赫勞斯托夫根據自己的圖紙建成的。不久這座爐子的結構進行了改進。科學院院士 M.A. 巴甫洛夫指出，第一座俄國式（紹爾莫沃式）的爐子，在爐頭結構方面與從前（1867 年）按西門子圖紙所建的美國式的爐子比較起來，在技術上表現了很大的成就。作業情況良好的紹爾莫沃式的爐子成了以後在俄國工廠中建築其他大型爐子的典範。

以后，平爐煉鋼在烏拉爾和俄國南部發展起來了。平爐的噸數也逐漸增多了。早在 1895 年爐子的平均噸數已達 8—15 噸，但爐子的裝料量是 30—40 噸^①。

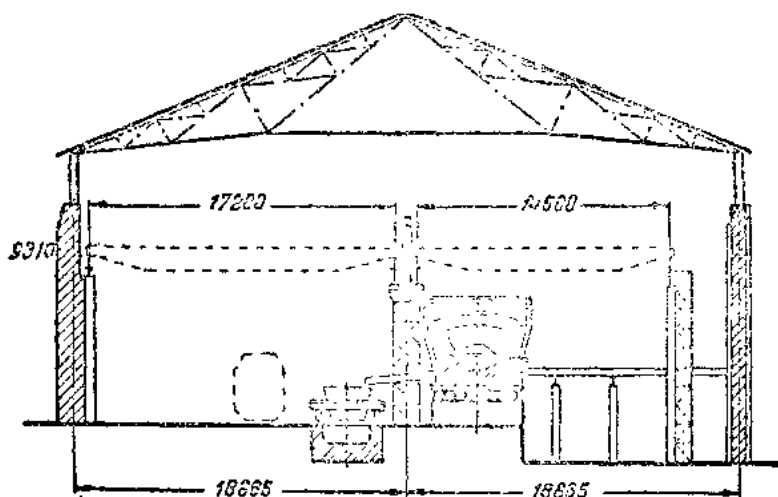


圖 1 前德涅泊洛彼得洛夫斯克工厂（現在捷尔任斯基工厂）第二平爐車間主厂房橫断面

至 1913 年俄國計有將近三百座爐子（其中約有一半的容積達 40 噸）。爐子的最大容積達到 70—75 噸。當時建造平爐車間厂房的機械化程度是很低的。可舉出當時最先進的平爐車間做為例子。其中兩個車間的橫断面分別示於圖 1 和圖 2 中。

在偉大的十月社會主義革命以後，即將冶金工業收歸國有，並在新的社會主義基礎上為發展黑色冶金工業，特別是煉鋼工業創造了技術發展史上空前的物質條件。

雖然革命後由於國內戰爭嚴重的影響，鋼的產量下降了，後來由於蘇聯人民的努力，在共產黨和蘇維埃政府的領導下，採取

① K.T. 特魯賓，我國平爐煉鋼工作者，鋼的生產與加工，第 28 卷，冶金工業出版社，1950。

了國家工業化的方針，使黑色冶金工業在極短的期限內得到了恢復，並使鋼的產量以特快的速度開始上升了。蘇聯在革命後二十年中煉鋼事業的成長與1913年的對比情況（以1913年為100）載於表1中：

表 1

年份	1913	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
%	100	115	137	133	141	164	229	298	388	420

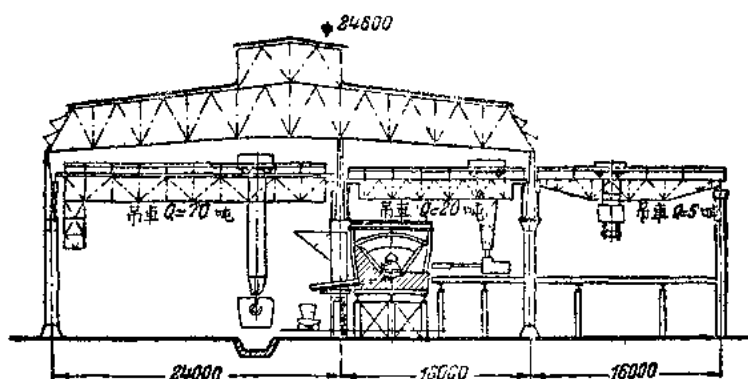


圖 2 頓巴斯前諾沃洛西斯克工廠平爐車間主
厂房橫斷面

這樣，若以1913年鋼的生產水平為100%，則1937年鋼的產量達420%，即增加到四倍以上。後來煉鋼的發展更遠超過了這種速度。產量這樣快的增加是由於在蘇聯恢復了舊有的平爐車間，特別是由於建築了新的平爐車間。

在1917年以後的幾年中，就將第一次世界大戰、德國佔領俄國南部和與白衛軍鬥爭時期遭受嚴重破壞的俄國原有工廠恢復並改建好了。

從1927年開始設計和建築了新的平爐車間。圖3所示為具有容積為65噸爐子的蘇聯第一批建築的平爐車間之一。這種具有容積為65噸爐子的平爐車間，在1927年至1931年間曾在很多

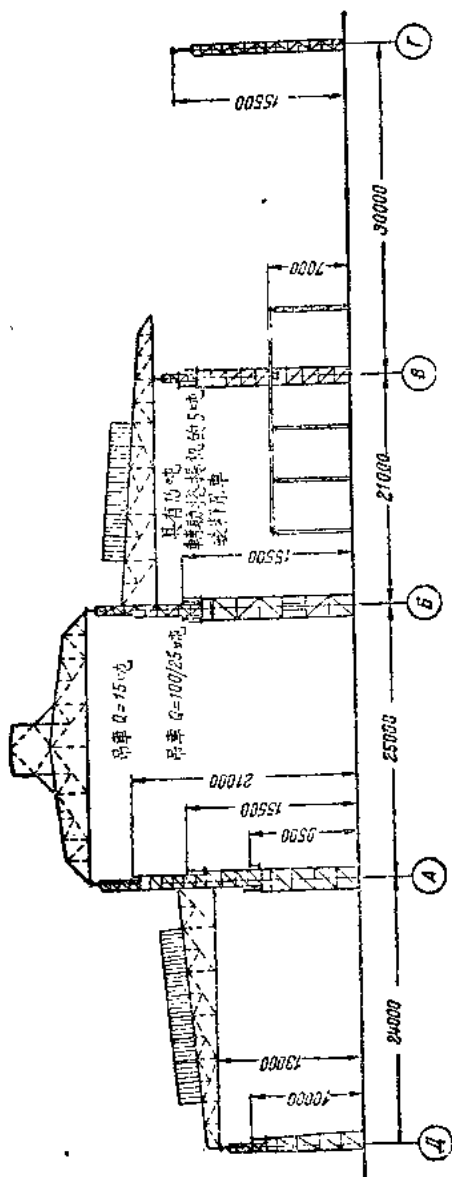


圖 3 1927 年設計的平爐車間主厂房橫斷面

冶金工厂中建立起来。同时还进行了具有容积为 150—370 噸爐子的平爐車間之設計工作。

在 1930 至 1931 年中，國立冶金工厂設計院（гипромез）編制了第一份具有容积为 150 噸爐子的平爐車間主厂房的定型設計（圖 4）。根据这份設計曾於三个工厂内建筑了四座主厂房。實質上这就是世界上第一份獲得廣泛实际应用的平爐車間主厂房之定型設計。差不多与此同时，國立鋼鐵工厂設計院及鋼結構設計院曾為某一东方工厂編制了容积为 150 噸爐子的平爐車間主厂房的設計（圖 5）。这些設計就标志着近代平爐車間結構創造事業的向前大步迈进；其决定比起当时欧美設計中的决定來是更为大胆和先進。

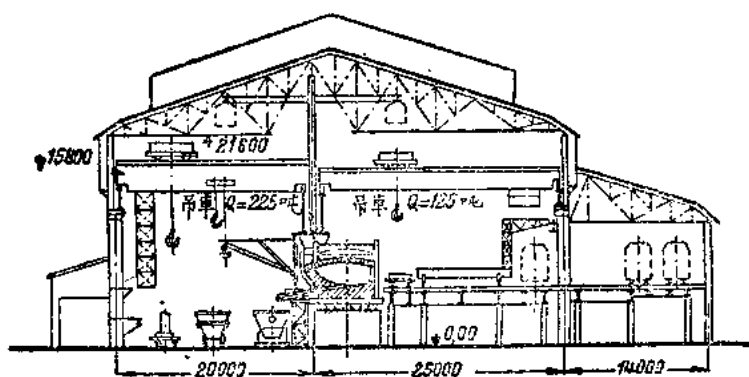


圖 4 國立冶金工厂設計院設計的平爐車間定型主厂房之橫剖面

从 1933 年到偉大的衛國战争，在苏联設計並建成了很多具有容积为 180—220—300 噸爐子的大型平爐車間，此外，还建成了很多具有容积为 100—130—150 噸爐子的中型平爐車間的厂房。

衛國战争並未使設計和建筑平爐車間的工作停止下來。在战時曾於苏联东部各工厂中設計並建筑了具有容积为 150 噸以內爐子的中型平爐車間，以及具有容积为 370 噸以內爐子的大型平爐車間。

大規模的建設迫使我們在車間的佈置以及厂房骨架各个構件的構造等方面，需要重新去研究那些战前所規定的原則。

工藝師和結構師的緊張而具有創造性的共同工作，提供了平爐車間厂房有利的新結構方案，這種方案在鋼材消耗量方面是極為經濟的。例如，若在 1940 年設計具有容積為 130 噸爐子的平爐車間主厂房時，厂房每一個爐段的鋼材用量為 850 噸，則在 1942 年及 1943 年設計兩個具有同樣爐子的平爐車間時，厂房每一個爐段的鋼材用量不超過 600 和 570 噸。所以能節省如此之多的鋼材，不僅是由於提高了鋼的容許應力，並且也是由於合理設計的結果。

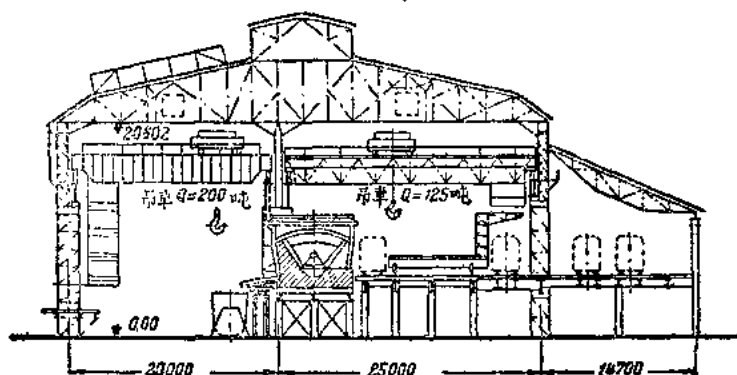


圖 5 1931年設計的平爐車間主厂房橫斷面

在偉大的衛國戰爭勝利結束後，在大規模的恢復工作中，又繼續設計和建築了許多新的平爐車間。在 1945 至 1946 年間設計了很多具有容積為 130—220 噸爐子的平爐車間。

宏大的战后斯大林五年計劃，在發展黑色冶金方面向蘇聯的工程師們提出了創造符合於這個計劃要求的新型結構的任務。在建築平爐車間主厂房方面，這個問題於 1949 至 1950 年間所編制的設計（圖 6）中已獲得了解決。這裡體現了平爐煉鋼生產過程及厂房骨架結構的最先進的思想。這個平爐車間的主厂房，在蘇聯戰后建築的大型建築物中佔着很重要的地位，並且遠遠地超過了西歐和美洲的所有著名的主厂房。這個平爐車間主厂房中爐子

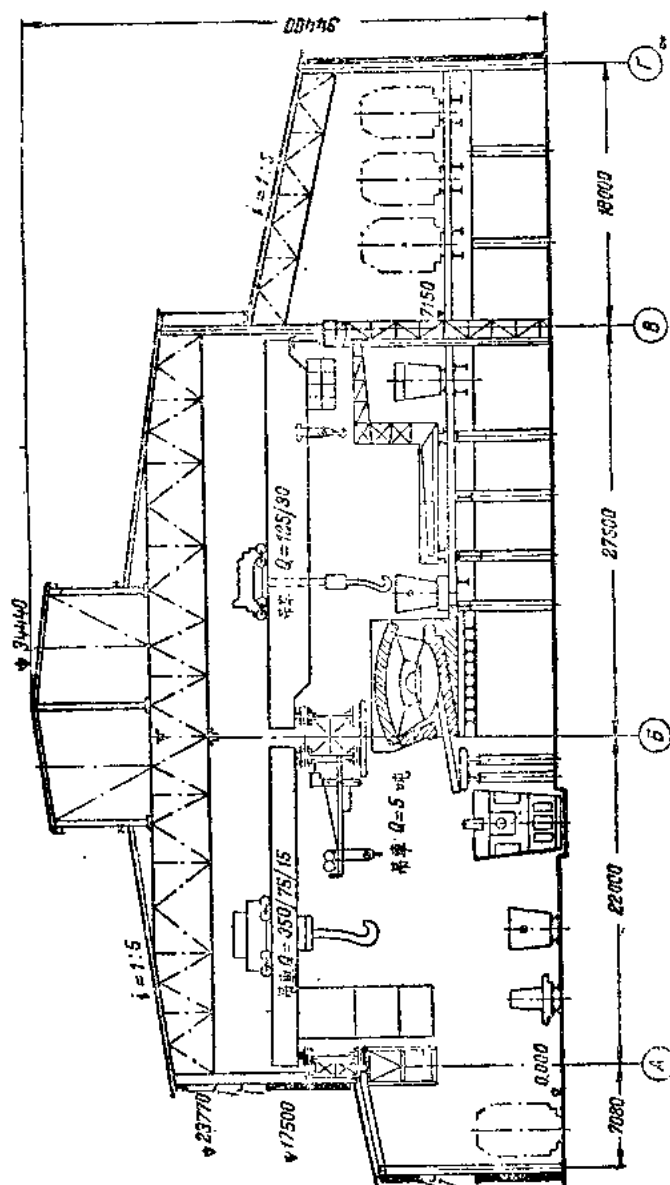


圖 6 1949 及 1950 年設計的不爐車間主厂房框架間的橫斷面

的容積为 220 噸。其鑄錠跨間設有起重量 350,75/15 噸的橋式吊車。採用這樣起重量的吊車，在平爐車間中目前還是罕見的。

這個平爐車間是戰后斯大林五年計劃第一批工程中的一項，它的成功的設計和建築在蘇聯冶金工業發展中，對於將來設計和建築大型平爐車間起着很重要的作用。

第 二 章

平爐車間主厂房內作業制度及生產工藝对骨架結構和計算載荷的影响

第一節 關於平爐类型和結構的概念

根据平爐爐底的材料，平爐煉鋼分为碱性的和酸性的两种。

俄國最初的平爐是按酸性法原理來煉鋼的。在酸性法的煉鋼过程中与貝氏麥法相同，也不能在熔煉过程中除去硫和磷。因此酸性法煉鋼要求原料完全不含硫和磷的成分。酸性法煉鋼的优点是能够生產特种鋼。於 1878 年出現了碱性的貝氏麥——托馬氏煉鋼法之后，碱性爐底很快地就被应用在平爐生產中了。由於碱性平爐煉鋼的生鐵不受含磷量的限制，故这种煉鋼法很快地普遍推廣了。

碱性法平爐煉鋼系起始於 1881 年彼得堡的亞力山大洛夫工厂，当时的煉鋼法是廢鋼煉鋼法。廢鋼煉鋼法使熔煉廢鋼和生鐵以取得一定含碳量的鋼有了可能。

在十九世紀八十年代中，俄國是缺乏廢鋼的，因而首先提出了關於含大量生鐵的爐料煉鋼的問題。这刺激了碱性平爐礦石煉鋼法的創造，而在以前礦石煉鋼法只用於酸性平爐中。

碱性平爐礦石煉鋼法是俄國的冶金學者創造的。高里亞伊諾夫弟兄的鉄水煉鋼法（將鉄水兌入熔化的鉄礦石和石灰中），首先是在 1894 年於前耶卡切里諾斯拉夫（今德涅泊羅彼得羅夫斯克）的亞力山大洛夫工厂中採用的，以後在 1897 年採用於烏拉爾各工厂中。高里亞伊諾夫弟兄所提出的那種礦石煉鋼法未能獲得推廣，因为冶煉中的化学反应沸騰期間爐內產生泡沫，甚至从爐門中流出部分鋼水，同时还引起了爐頂和爐壁过早损坏。但是現代的爐子容積很大而且爐池很深，故高里亞伊諾夫弟兄的方法

是可以採用的了。這種方法仍按與最初相近的形式採用於蘇聯的大型冶金工廠中。

第二種的礦石煉鋼法（將鐵水兌入已被加熱的鐵礦石和石灰石配料中，但不放出含鐵的熔渣），也是俄國的冶金學者創造的。這種方法最初是在 1905 年於德涅泊羅彼得羅夫斯克附近的前尤里葉夫斯克工廠中採用的。

這樣，主要是由於俄國冶金學者的工作而指出了，在鹼性平爐中不僅可用廢鋼煉鋼法，而且也可用礦石法（即在鐵水中加入大量的礦石來冶煉成鋼的方法）。

在目前，平爐煉鋼法分為三種：

- 1) 廢鋼煉鋼法——其原料為生鐵和廢鋼；
- 2) 礦石煉鋼法——其原料為鐵水和礦石；
- 3) 廢鋼礦石法——其原料為鐵水和廢鋼。

為了設計平爐車間的廠房，必須一般地了解一下爐子本身的結構。

現代平爐的構造示為圖 7 中。

平爐的爐料由平爐前牆上的裝料口裝入。在平爐後牆上設有出鋼口，煉成的鋼水便由出鋼口沿著流鋼槽流入鑄鋼罐中。

爐子熔煉室（圖 8）的上面為光面頂或帶肋頂。爐頂是用高級的砂磚砌成的。這種砂磚的特點，就是在高溫下同時具有耐火性和建築上的強度。

爐頂的厚度為 1 磚厚（小型平爐是 230 公厘，中型平爐是 300 公厘）。大型平爐的爐頂，為了增強其耐熱性和更好冷卻，以及為了便於修理起見，應當砌成帶肋式的（橢圓狀爐頂）。

現代爐子中的骨架皆為剛性的。當爐頂發生橫向膨脹時，可借助本身的可能彎曲來調節。為了減少爐頂的熱損失，爐頂的上面做一層隔熱層：鋪上砂藻土砂，砂藻土磚或砂藻土板。

酸性爐子的前牆，高出熔渣線 300 公厘以下之部分系用砂磚砌成，而鹼性爐子前牆的這一部分則用鎂磚或鉻磚砌成。兩種爐子的前牆再往上和裝料口之間的隔牆用鎂磚砌成。在爐子的前牆

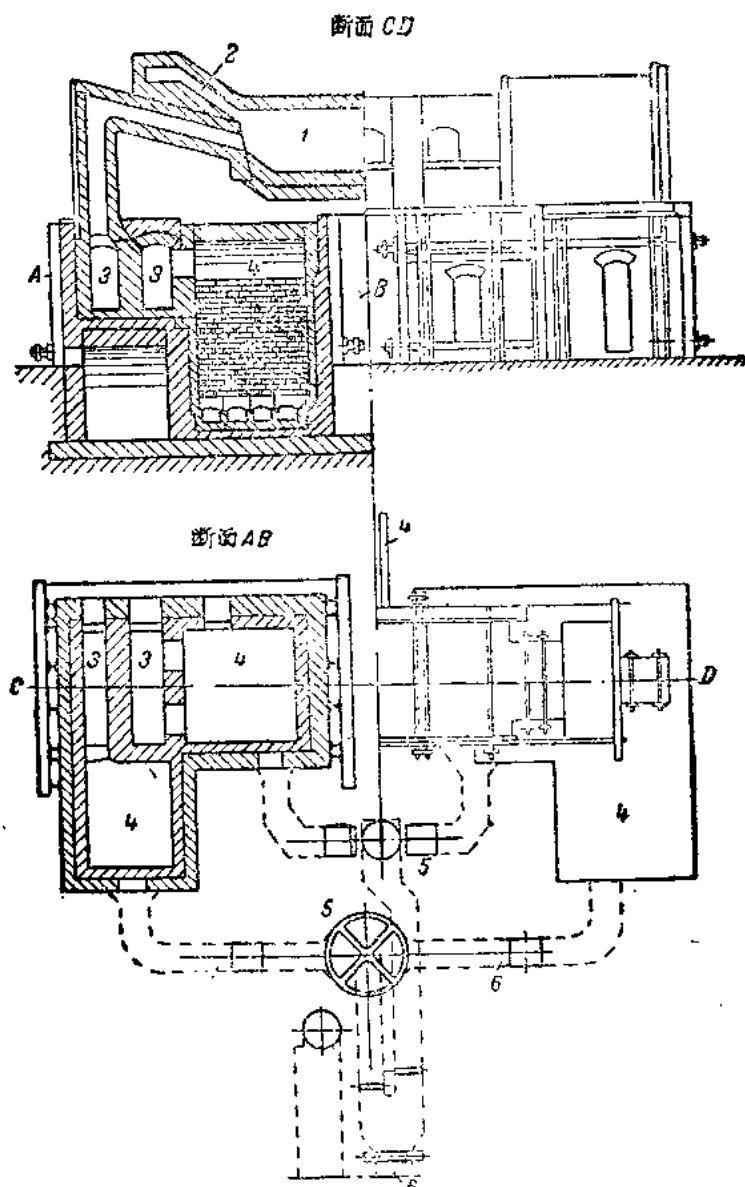


圖 7 平爐

- 1—熔煉室；2 裝有熱風閥和煤氣閥的爐頭；3—沉渣室；
4—蓄熱室；5—變更閥；6—煙道閘門（閘板）